

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МАТЕРИАЛОВ И ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль) программы
Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Заочная

Институт
Кафедра
Курс

Metallurgy, machine building and materials processing
Technologies of materials processing
4

Магнитогорск
2016 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02
Металлургия, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015, № 1427.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологий обработки
материалов 18.10.2016 г., протокол № 2.


Зав. кафедрой  / М.В. Чукин /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машино-
строения и материалобработки 20.10.2016 г., протокол № 2.

Председатель  / А.С. Савинов /


Согласовано:

Зав. кафедрой ТМиЛП

 / К.Н. Вдовин /


Рабочая программа составлена:

Доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры ТОМ

 / А.О. Ефимова /

Рецензент:

Заведующий кафедрой технологий, сертификации и сервиса автомобилей,
д-р техн. наук, профессор

 / И.Ю. Мезин /

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы исследования материалов и процессов» являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование профессиональной компетенции в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Методы исследования материалов и процессов» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин:

- физика (механика, термодинамика, поведение веществ в электрическом и магнитном поле);
- физическая химия (законы и методы физической химии);
- материаловедение (влияние структурных характеристик на свойства материалов);
- метрология, стандартизация и сертификация (методы и средства измерений физических величин).

Знания и умения студентов, полученные при изучении дисциплины «Методы исследования материалов и процессов» будут необходимы им при дальнейшей подготовке и выполнении ВКР.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Методы исследования материалов и процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-2: способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы	
Знать	– классификацию основных методов исследований материалов; – основы просвечивающей и сканирующей электронной, зондовой, туннельной и атомно-силовой микроскопии;
Уметь	– выбрать метод исследования для определения параметров материалов при решении конкретной практической задачи; – модернизировать методики получения и обработки экспериментальных данных; – выбирать и использовать методы и оборудование для анализа физико-механических свойств новых материалов и изделий из них;
Владеть	– практическими навыками проведения эксперимента с учетом выбора оптимальных методик и оборудования для исследований, рационального определения условий и диапазона экспериментов, обработки, систематизации и анализа полученных результатов.
ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания	
Знать	– методы изучения физико-химических процессов, физических, хими-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ческих свойств и эксплуатационных характеристик материалов, устройств, приборов и изделий на их основе;
Уметь	– применять дифракционные, спектроскопические, резонансные и другие методы при исследовании материалов;
Владеть	– практическими навыками использования элементов методов исследования материалов и процессов на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на учебной практике;

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 22,2 академических часа:
 - аудиторная – 16 академических часов;
 - внеаудиторная – 3,2 академических часа;
- самостоятельная работа – 116,2 академических часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 академических часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Классификация материалов и особенности исследования различных материалов	4				14	Изучение научной и учебной литературы, написание реферата. Подготовка доклада.	Реферат	ПК-2-з, ОПК-1-з
Оптическая, просвечивающая и сканирующая (растровая) электронная, сканирующая зондовая микроскопия	4	2	2/2		24	Изучение научной и учебной литературы, написание реферата. Подготовка к лабораторной работе № 1, 2	Защита лабораторной работы: «Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа», «Сканирующая зондовая микроскопия». Реферат.	ПК-2-з, ОПК-1-з
Методы изучения физических, химических и биологических свойств, механических и эксплуатационных характеристик материалов, устройств, приборов и изделий	4	2	6		40	Изучение научной и учебной литературы, написание реферата. Подготовка к лабораторной работе.	Защита лабораторных работ: «Оценка механических свойств стали (испытание на растяжение, ударный изгиб, твердость и микротвердость)», «Изучение устройства и	ПК-2-з, ОПК-1-з

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
							принципов работы стереомикроскопа», «Количественный анализ доли вязкой составляющей излома» Реферат	
Рентгеновские методы исследования	4	2	2		14,2	Изучение научной и учебной литературы, написание реферата. Подготовка к лабораторной работе.	Защита лабораторной работы: «Микрорентгеноспектральный анализ». Реферат	ПК-2-зув, ОПК-1-зув
Неразрушающие методы контроля	4				24	Изучение научной и учебной литературы, написание реферата.	Реферат	ПК-2-з, ОПК-1-з
Итого по дисциплине		6	10/2		116,2		Экзамен-8,7 ч	

5 Образовательные и информационные технологии

Для усвоения студентами знаний по дисциплине «Методы исследования материалов и процессов» применяются традиционная и компетентностно-модульная технологии обучения, включающие в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой по дисциплине, выполнение лабораторных работ по методическим указаниям и т.п.

В качестве интерактивных методов обучения используются:

- опережающая самостоятельная работа и работа в команде при выполнении лабораторных работ;
- проблемное обучение при поиске информационных источников, составлении и написании реферата по полученным индивидуальным заданиям.

Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к лабораторным занятиям, написание реферата, подготовку к контрольным работам и итоговому зачету по дисциплине.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Темы для реферата

1. Классификация материалов и особенности исследования различных материалов.
2. Оптические методы исследования материалов.
3. Просвечивающая электронная микроскопия.
4. Растровая электронная микроскопия.
5. Сканирующая зондовая микроскопия.
6. Спектральные методы исследования материалов.
7. Методы определения механических свойств.
8. Неразрушающие методы контроля (визуально-оптический, рентгеновская и гамма-дефектоскопия, ультразвуковая дефектоскопия, капиллярные методы контроля, магнитные методы неразрушающего контроля).

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2: способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – классификацию основных методов исследований материалов; - основы просвечивающей и сканирующей электронной, зондовой, туннельной и атомно-силовой микроскопии 	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оптическая микроскопия. Основные понятия – разрешающая способность, предел разрешения, дифракционный предел. Устройство оптического микроскопа. 2. Микроскопия комбинационного рассеяния света – конструкция, применение. 3. Микроскопия с насыщением люминесценции (STED) – конструкция, применение. 4. Конфокальная микроскопия – конструкция, применение. 5. ПЭМ. Основы просвечивающей электронной микроскопии. Конструкция ПЭМ. Формирование луча. 6. Возможности и применение ПЭМ. Объекты исследования. Достоинства и недостатки метода ПЭМ. Области применения ПЭМ. 7. РЭМ. Физические основы РЭМ. Устройство и работа РЭМ. 8. Технические возможности РЭМ. Конструкция РЭМ. Применение. МРСА. 9. СЗМ. Сканирующая туннельная микроскопия – устройство, принципы работы, применение. 10. СЗМ. Атомно-силовая микроскопия – устройство, принципы работы, применение. 11. СЗМ. Электросиловая микроскопия – устройство, принципы работы, применение. 12. СЗМ. Магнитно-силовая микроскопия – устройство, принципы работы, применение.
Уметь	– выбрать метод исследования для	<i>Практические задания:</i>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>определения параметров материалов при решении конкретной практической задачи;</p> <p>– модернизировать методики получения и обработки экспериментальных данных;</p> <p>- выбирать и использовать методы и оборудование для анализа физико-механических свойств новых материалов и изделий из них;</p>	<p>Описать методику проведения исследований:</p> <ul style="list-style-type: none"> - на оптическом микроскопе; - на РЭМ; - на АСМ; - определения балла зерна; - определения дисперсности перлита; - определения количества неметаллических включений; - измерение твердости по Виккерсу; - измерение твердости по Роквеллу; - измерение твердости по Бринеллю; - измерение микротвердости; - определение ударной вязкости металлов.
Владеть	<p>- практическими навыками проведения эксперимента с учетом выбора оптимальных методик и оборудования для исследований, рационального определения условий и диапазона экспериментов, обработки, систематизации и анализа полученных результатов.</p>	<p>Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания:</p> <p>Выбрать метод измерения твердости:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для материалов низкой твердости; - для материалов средней твердости; - для материалов высокой твердости; - для массивных изделий и сложной формы; - для тонких образцов. <p>Выбор метода исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для определения размера зерна в крупнозернистых материалах; - для определения размера зерна в ультрамелкозернистых материалах; - для исследования дислокационной структуры; - для исследования микрорельефа поверхности.
ОПК-1 готовностью использовать фундаментальные общинженерные знания		
Знать	методы изучения физико-химических процессов, физических, химических	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <p>1. Основы физики рентгеновского излучения. Взаимодействие рентгеновских</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	свойств и эксплуатационных характеристик материалов, устройств, приборов и изделий на их основе;	лучей с веществом. 2. Основные методы рентгеноструктурного анализа. 3. Методы РСА – Лауэ, Коссея. 4. Методы РСА – метод вращения, порошка. 5. Основные методы рентгеноспектрального анализа. Общее устройство спектрометров. 6. Методы рентгеноспектрального анализа – качественный, полуколичественный, количественный. 7. Статические методы определения механических свойств. 8. Динамические методы определения механических свойств. 9. Циклические методы определения механических свойств. 10. Неразрушающие методы контроля.
Уметь	- применять дифракционные, спектроскопические, резонансные и другие методы при исследовании материалов;	Практические задания: Описать методику проведения исследований: - на ПЭМ; - на МРСА; - неразрушающих методов контроля.
Владеть	- практическими навыками использования элементов методов исследования материалов и процессов на других дисциплинах, на занятиях в аудитории и на учебной практике;	Задания на решение задач из профессиональной области, комплексные задания: Выбрать метод измерения твердости: - для материалов низкой твердости; - для материалов средней твердости; - для материалов высокой твердости; - для массивных изделий и сложной формы; - для тонких образцов. Выбор метода исследования: - для определения размера зерна в крупнозернистых материалах; - для определения размера зерна в ультрамелкозернистых материалах;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none">- для исследования дислокационной структуры;- для исследования микрорельефа поверхности.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Примерная структура и содержание пункта:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы исследования материалов и процессов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 226 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-05475-0. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/433138>.

2. Абрамов, Н.Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Современные методы исследований функциональных материалов : учебное пособие / Н.Н. Абрамов, В.А. Белов, Е.И. Гершман ; под редакцией С.Д. Калошкина. — Москва : МИСИС, 2011. — 160 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/47412/#1> (дата обращения: 25.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Механические свойства металлов : статические испытания : учебное пособие / В.С. Золоторевский, В.К. Портной, А.Н. Солонин, А.С. Просвиряков. — Москва : МИСИС, 2013. — 116 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117123> (дата обращения: 25.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Беломытцев, М.Ю. Механические свойства металлов : учебное пособие / М.Ю. Беломытцев. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : Твердость .Прочность . Пластичность — 2007. — 140 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117085> (дата обращения: 25.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Беломытцев, М.Ю. Механические свойства металлов : учебное пособие / М.Ю. Беломытцев, А.В. Кудря. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 3 : Вязкость. Разрушение. Лабораторный практикум — 2008. — 85 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1831> (дата обращения: 25.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Бублик, В.Т. Методы исследования материалов и структур в электронике. Рентгеновская дифракционная микроскопия : учебное пособие / В.Т. Бублик, А.М. Мильвидский. — Москва : МИСИС, 2006. — 93 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — <https://e.lanbook.com/reader/book/117093/#1> (дата обращения: 25.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Чумичев, А.М. Техника и технология неразрушающих методов контроля деталей горных машин и оборудования : учебное пособие / А.М. Чумичев. — 2-е изд. — Москва : Горная книга, 2003. — 378 с. — ISBN 5-7418-0064-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3470> (дата обращения: 25.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Миронов В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Учебное пособие для студентов старших курсов высших учебных заведений. РАН. Институт физики микроструктур. Нижний Новгород, 2004. — 114 с. http://window.edu.ru/resource/535/73535/files/mironov_book.pdf

в) Методические указания:

1. Изучение устройства и принципов работы растрового электронного микроскопа: Метод. указ. / Н.В. Копцева, Ю.Ю. Ефимова, М.А. Полякова, М.П. Барышников. Магнитогорск, 2011. 6 с.

2. Сканирующая зондовая микроскопия: лабораторный практикум / Ю.Ю. Ефимова, М.А. Полякова, А.Е. Гулин. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 41 с.

3. Изучение устройства и принципов работы стереомикроскопа: метод. указ. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 10 с.

4. Количественный анализ доли вязкой составляющей излома: метод. указ. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 6 с.

5. Микрорентгеноспектральный анализ: метод. указ. / Ю.Ю. Ефимова, О.А. Никитенко, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 9 с.

6. Микротвердость: метод. указ. / Н.Н. Ильина, М.П. Барышников, Ю.Ю. Ефимова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 8 с.

7. Определение количественных характеристик микроструктуры с помощью компьютерной системы анализа изображений Thixomet PRO: лабораторный практикум. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 29 с.

8. Определение механических свойств металла и построение кривых упрочнения по диаграмме растяжения: метод. указ. / В.Г. Дорогобид. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2008. 49 с.

9. Измерение твердости: метод. указ. / В.Г. Мустафина, И.Г. Шубин, М.В. Шубина. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2010. 19 с.
10. Испытание на ударную вязкость: метод. указ. / В.Г. Мустафина. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2009. 15 с.
11. Определение количественных характеристик микроструктуры с помощью компьютерной системы анализа изображений Thixomet PRO: лабораторный практикум. / О.А. Никитенко, Ю.Ю. Ефимова, Н.В. Копцева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015. 29 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017 Д-593-16 от 20.05.2016	11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017
MS Office 2007	№ 135 от 17.09.2007	Бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое	Бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	Бессрочно

1. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp.
2. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.ru/>.
3. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>.
4. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/>.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория оптической микроскопии	Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: - Анализатор стереоизображений поверхности твердых тел на базе стереомикроскопа Meiji Techno RZ-B; - Анализатор микроструктуры твердых тел на базе металлургического инвертированного микроскопа Zeiss Axio Observer 3; - Система обработки изображений на базе ПО «Thixomet PRO».
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория механических испытаний	Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: - Микротвердомер BuehlerMicromet 5103 Buehler; - Универсальный твердомер M4C075G3 EmcoTest;

	<ul style="list-style-type: none"> - Напольная универсальная испытательная двухколонная машина AG IC-300 kN Shimadzu Corp; - Напольная универсальная испытательная двухколонная машина AG IC-50 kN Shimadzu Corp; - Видеоэкстензометр TRWiew XShimadzu Corp; - Копер маятниковый МК 300 ООО «ИМПУЛЬС».
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория сканирующей электронной микроскопии	<p>Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Микроскоп сканирующий электронный JEOL JSM – 6490LV; - Камера шлюзовая с системой управления шлюзом для растрового электронного микроскопа MP 6490 LV; - Система микроанализа INCA Energy 450 x-MAX 50 Premium, HKL Premium EBSD System Nordlys II 2 S Oxford InstrumentsLtd.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория физического моделирования деформационных процессов	<p>Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Исследовательский комплекс Gleeble 3500.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория зондовой микроскопии	<p>Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сканирующий зондовый микроскоп NanoEducator II.
Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
Помещение для самостоятельной работы	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкафы, стеллажи для хранения инструментов для ремонта лабораторного оборудования